

работан факторный эксперимент основной задачей которого являются: исследование влияния угла подачи и калибровки валков на величину изменения толщины стенки и точность геометрических размеров прокатываемых труб.

На основании полученных, в ходе исследований, данных разработаны маршруты и технологические режимы прокатки труб муфтового сортамента размерами: 88,9х12,2 и 93,2х12,5 мм, а также особо толсто-стенного сортамента (с $D/S \leq 5.0$) общего назначения размером 83,0х17,0-23,0; 89,0х18,0-28,0 и 95,0х19,0-28,0 мм на ТПА-160. Спроектированы калибровки валков 3-х валкового раскатного и калибровочного стана ТПА-160 для процесса редуцирования, с возможностью осуществлять раскатку и калибровку труб по существующей технологии.

Литература

1. Романцев Б.А. Трубное производство: учеб. / Б.А. Романцев и др. – 2-е изд., исп. И доп. – М.: изд.дом «МИСиС» 2011. – 970 с.
2. Харитонов Е.А., Буров И.А., Романенко В.П., Вольшонок И.З. Совершенствование методики расчета геометрии очага деформации и калибровок валков станов радиально-сдвиговой прокатки при больших углах подачи // Известия Вузов «Черная металлургия» №3. 2010. С. 29–31
3. Харитонов Е.А., Романенко В.П., Будников А.С. Разработка методики расчета деформационных параметров при раскатке гильз в трех-валковом стане винтовой прокатки // Известия ВУЗов черная металлургия, 2016, №3. С 167 – 172.
4. Ершов С.В., Штода М.Н. Точность моделирования процессов обработки металлов давлением методом конечных элементов. // Изв. Вузов Черная металлургия, 2016, №4. С. 284–286.

УДК 621

НАГРУЖЕНИЕ ЯЧЕИСТОЙ СТРУКТУРЫ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ПРИ НЕРАВНООСНОМ ВЫПОЛНЕНИИ ЯЧЕЕК

Грехов С.К., Логинов Ю.Н.

*ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия
g.svyat@yandex.ru*

Применение аддитивных технологий позволяет создавать ячеистые структуры из различных материалов с заданной конфигурацией ячеек. В результате возникают дополнительные возможности по управлению механическими свойствами материала в целом, например, это касается таких характеристик, как модуль упругости, коэффициент Пуассона [1] и

др. Материалы такого типа, изготовленные из титановых сплавов, востребованы в медицинской технике в качестве имплантатов. При изготовлении структур, обладающих полной симметрией пор, например, в виде равномерно расположенных сфер, достигается изотропность изделия [2]. При этом возникает вопрос, как будут изменяться свойства изотропности при выполнении ячеек неравноосного вида. Одним из основных испытаний ячеистых материалов является измерение механических характеристик в условиях одноосного сжатия [3].

Испытание ячеистых сред на сжатие производится в соответствии со стандартом ISO 13314:2011. Для симуляции этого вида испытаний применили программный комплекс ABAQUS, реализующий метод конечных элементов. Применен вариант решения, использующий 582 конечных элемента. Деформируемый материал обладает свойствами титанового сплава Ti-6Al-4V, часто используемого в медицине наравне с чистым титаном. Рассматривается плоское деформированное состояние.

На рисунке показано распределение эквивалентных напряжений при нагружении в соответствии со стандартом ISO 13314:2011. Распределение эквивалентных напряжений показывает области концентрации удельных нагрузок. При использовании теорий прочности становится возможным определить опасные сечения. Как видно из рисунка, наибольший уровень напряжений возникает в местах локальных утонений поперечного сечения, примыкающих к каждой ячейке. В местах утолщений, наоборот, опасные зоны находятся в центре сечения.

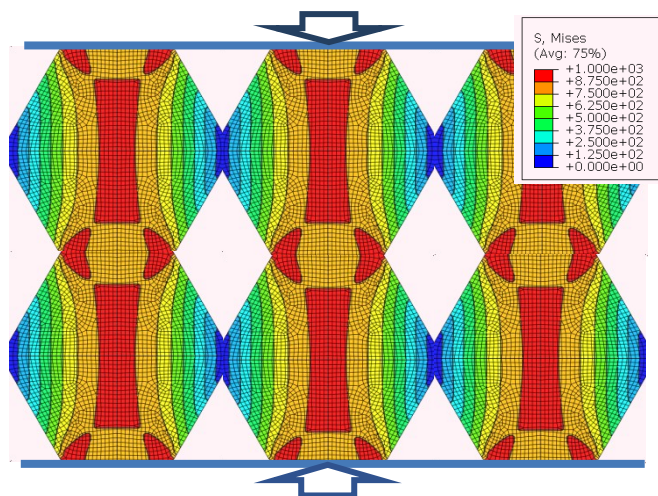


Рис. 1. Распределение эквивалентных напряжений в сечении титанового фрагмента при вертикальной нагрузке

В процессе выполнения расчетов выявлено, что при изготовлении высокопористых структур аддитивными методами необходимо учитывать конфигурацию ячеек. Равноосная конфигурация ячеек при их равномерном распределении обеспечит изотропные свойства. При неравноосной конфигурации ячеек свойства окажутся анизотропными. В частности, модуль упругости будет зависеть от степени вытянутости пор и ориентировки их осей симметрии в пространстве.

Литература

1. Loginov, Yu.N., Golodnov, A.I., Stepanov, S.I., Kovalev, E.Yu. Determining the Young's modulus of a cellular titanium implant by FEM simulation. 2017 AIP Conference Proceedings 1915,030010
2. Loginov Y., Stepanov S., Khanykova C. Inhomogeneity of deformed state during compression testing of titanium implant. MATEC Web of Conferences: 13th International Scientific-Technical Conference Dynamic of Technical Systems, DTS 2017" 2017. P. 03009. DOI: 10.1051/mateconf/201713203009
3. Логинов Ю.Н., Попов А.А., Степанов С.И., Ковалев Е.Ю. Испытание на осадку пористого имплантата, полученного аддитивным методом из титанового сплава. Титан. 2017. № 2 (56). С.16-20.

УДК 621.771.23

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭКОНОМНОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ТИПА MAGSTRONG W700

*Кузнецова А.С., Полецков П.П., Гуцина М.С., Никитенко О.А.,
Мальков М.В., Емалеева Д.Г.
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
allakuznetsova.mgtu@mail.ru*

Одной из главных проблем развития современного машиностроения является улучшение технико-экономических показателей машин, механизмов на основе снижения их удельной металлоемкости, увеличении эксплуатационной надежности и долговечности [1]. В решении этой проблемы важная роль принадлежит высокопрочным конструкционным сталям типа MAGSTRONG W700 [2].

При производстве сталей типа MAGSTRONG W700 существенное влияние на себестоимость проката оказывают процентное содержание и стоимость легирующих добавок. С целью решения вопроса поиска экономически эффективных систем легирования, обеспечивающих заданный уровень механических свойств при наименьших затратах, разработана современная концепция создания химических композиций экономноле-